



EL FUTURO DEL TRABAJO Y EL TRABAJO DEL FUTURO

El futuro del trabajo y el trabajo de futuro - La dimensión tecnológica

Guillermo Moncecchi¹

Este artículo presenta una visión sobre el futuro de la tecnología y el conocimiento en la próxima década. Sobre esta visión, se proponen algunas líneas estratégicas posibles para Uruguay, a partir de su lugar actual en el mundo, sus fortalezas y sus capacidades construidas.

Introducción

Si repasamos solamente los últimos cien años de la humanidad, podremos ver un desarrollo de la tecnología que alteró completamente la vida de millones de personas. Las comunicaciones en sus diferentes formas han acompañando un desarrollo generalizado y muy importante de las ciencias y sus tecnologías asociadas (física, química, biotecnología, nanotecnología). Este desarrollo ha estado casi siempre asociado a los grandes centros mundiales de poder, aunque también ese mismo desarrollo ha modificado la influencia económica pero también política de los países. *La tesis de este trabajo es que este último fenómeno se verá acentuado en los próximos años, y será, probablemente, su principal característica.*

En los últimos cuarenta años (coincidiendo aproximadamente con la aparición de internet) hemos visto cómo las industrias vinculadas o apoyadas en las tecnologías de la información y las comunicaciones se han transformado en las de mayor valor de mercado, un proceso que se ha acelerado particularmente en lo que va de este siglo. Su valor no surge solamente de su rol como mediadores tecnológicos, sino como participantes en negocios tradicionales, aunque ahora radicalmente alterados por Internet (Amazon, Uber), o incluso en nuevos negocios

¹ Quiero agradecer especialmente la invaluable ayuda de Javier Baliosian, Tomás Laurenzo y Wilson Sierra, a través de aportes directos a este documento, referencias a trabajos y, sobre todo, horas de intercambio sobre estos temas y su impacto. El modesto conocimiento que pueda tener sobre algunas de las tecnologías y ramas aquí mencionadas provienen también de la lectura e intercambios con excelentes profesionales en el Ministerio de Industria, Energía y Minería.

(Facebook, nuevamente Amazon). Más allá de la polémica sobre cómo definirlos, su influencia no puede discutirse, y cómo están afectando los equilibrios de los mercados, tampoco. Pero quedémonos, para este trabajo, con el aspecto tecnológico: *hoy en día todas las actividades vinculadas al mundo "físico" están cada vez más mediadas por un mundo "virtual" (el de Internet, o el de aplicaciones de computación asociadas). Cualquier área de actividad hoy está integrando tecnologías de la información para su desarrollo.* O, parafraseando a John Negroponte [1], el movimiento de los átomos está cada vez más vinculado al de los bits. Existe, además, todo un mercado de servicios que únicamente existe en este mundo virtual (en campos tan relevantes como los servicios financieros o el marketing, por mencionar solamente dos). *Nada hace pensar que el desarrollo de estos "mundos virtuales" vaya a cambiar en los próximos años, salvo para acelerarse.*

En los próximos párrafos intentaré, como primer paso, reflexionar sobre qué ramas de conocimiento y tecnologías se desarrollarán inevitablemente (por la simple razón de que ya han dejado de ser temas solamente de investigación para ser parte del mundo productivo a nivel mundial). El período a analizar será el de los próximos diez años, considerando este lapso suficientemente largo como para incluir una mirada prospectiva (y dejar margen para cambios), y lo suficientemente corto como para adecuarse a la velocidad con la que están sucediendo los cambios hoy. Esta lista no pretende ser exhaustiva y estará obviamente sesgada por mis propios conocimientos. Pero busca *sugerir una metodología que nos permita luego avanzar en el análisis de qué se podrá hacer en cada área.* A partir de este diagnóstico, intentaré a continuación sugerir algunas líneas que permitan al Uruguay tomar una posición relevante, a partir de su posición geopolítica actual, pero proyectando a un futuro de mayor desarrollo.

¿Qué sucederá sin duda en los próximos diez años?

El objetivo de esta pregunta es, primero que nada, *entender*, y es la más importante. Debemos conocer (desde, obviamente, la incertidumbre actual) lo que entendemos inevitable, para prepararnos, para no perder esfuerzos y para **definir nuestros propios objetivos** en función de ello. Entiendo que el desarrollo de las ramas de conocimiento científico o tecnologías aquí mencionadas es inevitable, esencialmente porque ya existe, y lo que es muy probable que suceda es su desarrollo en gran escala o en entornos industriales.

Inteligencia Artificial

Últimamente se habla mucho de inteligencia artificial (IA), un concepto que ha ido cambiando a lo largo de los años, desde su concepción a mediados de los años '50. Lo que hoy llamamos IA es (en general) más específicamente aprendizaje automático (AA), una rama de la ciencia de la computación que estudia los algoritmos ("programas") que mejoran con la experiencia. El aprendizaje automático permite a las computadoras crear modelos de sistemas a partir de datos que ya existen y luego utilizar esos modelos para simular o predecir, incluso sin la necesidad de "comprender" el funcionamiento de un sistema, a través de un modelado implícito en el modelo [2]. Por ejemplo, podemos modelar un jugador de ajedrez que inicialmente conozca nada más que las reglas del juego, y, luego de jugar un número enorme de veces

consigo mismo, "aprenda" a jugar a niveles superhumanos [3]. Este comportamiento, sorprendente para un ser humano (porque implica modelos que no son fáciles de analizar por inspección), no tiene nada de mágico: se compone, esencialmente, de modelos matemáticos, estadísticos, y computacionales conocidos hace ya bastante tiempo.

Este tipo de métodos ha dado lugar a avances muy importantes en el mundo digital: el procesamiento de imágenes y el procesamiento de lenguaje natural (la capacidad de entender y de generar el lenguaje humano) han alcanzado niveles muy por encima de valores previos. Algunas consecuencias concretas: el reconocimiento facial, el reconocimiento automático de textos (como las matrículas de los vehículos), la traducción automática (una tarea que se presentaba como un gran desafío desde los años 50, y que hoy puede resolverse más que decentemente), la identificación de patologías a partir de imágenes, por dar solamente algunos ejemplos. Todas las grandes compañías de Internet (Google, Facebook, Microsoft) destinan gran cantidad de recursos a estas tecnologías, y algunos estados (China, Estados Unidos, recientemente Francia) están definiendo caminos estratégicos en estos temas.

Fuera del mundo digital, el avance es más lento, pero sin ninguna duda la incorporación de métodos de aprendizaje automático a los robots industriales existentes, así como la utilización de estos métodos para la planificación y toma de decisiones, modificará prácticamente cualquier área que se pueda imaginar, a partir de la cantidad de datos existentes y la capacidad de cómputo creciente [4].

Si bien los cambios que introduce la IA son radicales, no dejan de ser parte de un proceso que, como comentaba al principio del artículo, viene de varias décadas atrás, y que corresponde al avance de la digitalización y de las comunicaciones. Esto no debe perderse de vista cuando analicemos las consecuencias de la IA para el trabajo del futuro. Se habla mucho de automatización de tareas como una amenaza, pero en realidad este proceso ya existe, y no parece haber una relación clara a nivel mundial con el aumento del desempleo². Lo que sí es posible es que haya (ya está sucediendo) una modificación radical en el *tipo de empleo* y en su *estructura*, volviéndose el conocimiento o el manejo de las emociones requisitos fundamentales para los nuevos trabajos, vinculados, por ejemplo, al manejo de datos, al análisis y a la generación de conocimiento nuevo, o a la enseñanza.

Curiosamente, el conocimiento asociado a toda esta ola de inteligencia artificial no es particularmente complejo y ni siquiera nuevo: su ubicuidad actual surge de la existencia de grandes volúmenes de datos y gran capacidad de cómputo. En el caso de Uruguay, los fundamentos teóricos y prácticos de esta rama de conocimiento se investigan activamente hace muchos años en la academia, y han tenido incluso un desarrollo industrial importante en la última década, *apoyados por la infraestructura digital y de conectividad disponible en el país* (lo que constituye una indudable ventaja competitiva de cara al futuro).

Internet como mediadora

² Datos de OIT de tasa de desempleo desde 1991 a la fecha.

La expresión IOE (Internet of Everything, Internet de Todo) es una hipérbole que, sin embargo, refleja bastante bien la creciente tendencia a que todo (la infraestructura física, las diferentes actividades económicas y sociales y, por consecuencia, los trabajos) esté mediado por una conexión a Internet. Este proceso parece irreversible, con todas sus ventajas, oportunidades, y también sus riesgos.

La regla general de futuro próximo parece ser: si puede hacerse por internet, va a hacerse por internet. No se me ocurre ningún aspecto más característico de los próximos diez años. Ya hoy las empresas de más valor en el mundo están todas vinculadas, de una forma u otra, a las tecnologías de la información y las comunicaciones, y varias actividades (e.g. el mundo de las finanzas) ya han realizado este cambio.

En este contexto, el control de las diversas tecnologías y conocimiento asociados será clave para entender la geopolítica mundial de los próximos años. *Debemos entender que, además de la infraestructura física (redes de comunicaciones, servidores), es muy importante la infraestructura de datos generada (especialmente dónde está almacenada), y las habilidades y el conocimiento necesario para explotar esa infraestructura.* [5]

Vehículos autónomos

La autonomía (total o parcial) en los vehículos es una consecuencia directa de la aplicación de métodos de aprendizaje automático a la visión por computadora (entre otras), y ya es una realidad a nivel industrial. El desarrollo de este tipo de vehículos será, en mi opinión, mucho más rápida que lo que hoy estimamos, e impactará de forma muy importante a diferentes actividades (planificación urbana, despacho de mercaderías), y a diferentes vehículos (automóviles particulares, drones, camiones). Es imposible hoy prever todas las consecuencias, pero es un tema que, sin ninguna duda, debería inmediatamente comenzar a estudiarse desde diferentes ópticas: regulatoria, de impacto en el empleo, éticas. Esta discusión está comenzando en el mundo, y los países que más rápido se adapten tendrán sin duda ventajas de cara al desarrollo.

Automatización de la producción agropecuaria

La automatización de la producción agropecuaria no sólo es esperable sino que ya ha comenzado a suceder. La investigación en agricultura de precisión con maquinaria guiada por GPS, medidas precisas de las condiciones del suelo, riego automatizado y otras tecnologías ya existentes, demostró a los productores agropecuarios que era posible automatizar procesos con éxito y por lo tanto reducir los costos de forma importante. Es de prever que en los próximos diez años la automatización de la producción agropecuaria llegue a extremos en los que las necesidades de personal sean mínimas. Ya existen redes de sensores y flotillas de drones para monitorizar el estado de cultivos y las condiciones del suelo y el clima, pero también es fácil imaginar que la maquinaria, ya sean sembradoras, cosechadoras, etc., será autónoma, incluyendo aquellas necesarias para cosechar frutas u otras producciones de

manejo delicado, aunque estas últimas demorarán un poco más en ser efectivas a un costo razonable. Es posible que la producción lechera sea robotizada (ya hay pilotos del INIA al respecto), el seguimiento de animales, su salud y productividad de forma remota es un hecho, la IA puede además agregar autonomía a la toma de decisiones utilizando esa información en base a, por ejemplo, predicciones de clima, productividad o enfermedades de plantas y animales. Este escenario tendrá un impacto muy importante en el trabajo rural y puede desembocar en una despoblación extrema de zonas rurales, y la desaparición de pequeños productores que no puedan pagar automatización. Hay que resaltar que también se generará una oportunidad medioambiental pudiéndose reducir uso de agroquímicos, la destrucción del suelo y de las plantas (vía cosecha selectiva) y disminuir el consumo energético.

Energías limpias

El acceso a fuentes modernas de energía, en particular la expansión de la electrificación y el proceso de descarbonización del abastecimiento energético son dos de las tendencias irreversibles, que seguramente se profundizarán y marcarán la tónica en la próxima década. Uruguay no sólo no ha sido ajeno a ambos procesos sino que, por el contrario, lo encuentran prácticamente con acceso universal a la electricidad y siendo referencia regional e internacional en materia de penetración de recursos renovables en la matriz eléctrica nacional. [6]

Complementariamente, otras tendencias como el vínculo entre la energía y las TI, dando lugar a lo que se ha denominado la transformación digital de las *utilities* permitirá desarrollar *redes inteligentes* que habiliten el intercambio de información valiosa tanto para el consumidor como para la empresa proveedora, el diseño de productos personalizados, así como la gestión de una demanda cada vez más flexible.

En otra línea, la *drástica reducción de costos de las tecnologías de generación así como de acumulación de energía* permitirá profundizar el concepto de “*prosumer*” (actor que no sólo consume sino que simultáneamente genera su energía). Este vínculo entre empresas o ciudadanos con la energía en principio podrá canalizarse a través del intercambio bidireccional con la red de servicio público (la que actuará como respaldo), pudiendo avanzar en una segunda etapa al funcionamiento en isla desconectándose de la red (una vez que el costo de generación y acumulación de la energía alcance equilibrio con el costo de suministro por parte de la empresa pública).

Estimaciones desarrolladas por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) ubica para 2017 el número de empleos asociado a las energías renovables en 9.8 MM de personas, previéndose para la próxima década que dicho valor se ubique en el entorno de los 24 MM de personas. [7]

Vehículos eléctricos

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), año tras año se superan los registros máximos anteriores de venta de automóviles eléctricos, con Noruega al frente con un 29% de las ventas

de nuevos automóviles en 2016 [8]. La venta de automóviles eléctricos comenzó en 2010. En 2015, se superará el millón de vehículos eléctricos, y un año después ya se superaron los dos millones. Esto ha venido acompañado de un despliegue similar de la infraestructura de carga. Uruguay ha estado participando en este proceso, en una política de anticipación al cambio que incluye el fomento de la incorporación de vehículos eléctricos en la flota de taxis y ómnibus, así como un despliegue de estaciones de carga desarrollado en conjunto entre UTE y Ancap, con los lineamientos del Poder Ejecutivo y los gobiernos departamentales.

Si bien este desarrollo muestra una curva de crecimiento impactante, sigue siendo de una escala muy menor (el 0.2% de los vehículos en circulación). Sin embargo, el crecimiento en las capacidades de investigación y desarrollo (especialmente en lo que tiene que ver con costos y características de las baterías), hace esperar un crecimiento de hasta 70 millones de vehículos para el 2025, según la IEA.

El estímulo a este tipo de tecnologías es fundamental para la adopción. No sólo esto: el apoyo a políticas de innovación, estándares y regulaciones (especialmente a nivel de ciudades y áreas urbanas) será fundamental para determinar qué países tomarán la delantera en las cadenas de producción de estos vehículos. Acompañar y promover el crecimiento en la adopción de vehículos eléctricos con la infraestructura adecuada, y con la formación y el conocimiento, permitiría abrir un camino de posibilidades de desarrollo locales y regionales asociadas a la producción y mantenimiento de este tipo de vehículos.

Biotechnología

La biotecnología (es decir, las tecnologías que utilizan sistemas biológicos u organismos vivos para productos o procesos) es considerada como una de las industrias del futuro debido a que puede proveer aplicaciones a áreas tan distintas como la salud, la agricultura, la alimentación y el medio ambiente, por mencionar solamente algunos ejemplos [9]. La tendencia parece indicar que se seguirá evolucionando, en lo que tiene que ver con salud humana, hacia la medicina personalizada y la genómica, el estudio de microbiótica y diversos biofármacos. En salud animal, se tiende a avanzar en vacunas más eficientes a través de vacunas recombinantes. En cuanto al sector agropecuario, la técnica CRISPR podría generar una disrupción en materia de modificación genética.

La industria biotecnológica es una industria compleja en donde para el desarrollo de sus productos se precisa un alto nivel de investigación, desarrollo e innovación, siendo intensiva en capital y tiempo, teniendo por ello un fuerte componente de riesgo comercial, y esto hace que la propiedad intelectual sea un activo muy importante. En Uruguay existe ya una masa crítica de investigación de relevancia en el país, tanto en la academia como en las empresas del rubro, donde se apuesta a incorporar nuevas herramientas que permitan un mayor desarrollo, especialmente (pero no solamente) en empresas vinculadas al sector agropecuario.

¿Qué sucederá *probablemente* en los próximos diez años?

Hay algunas áreas donde la incertidumbre es mayor, pero donde existen indicadores fuertes de una dirección. A diferencia de las ramas de conocimientos anteriores, en este caso existen todavía discusiones académicas sobre su efectividad o impacto. En ese contexto, estar al tanto de su existencia y avance se torna fundamental para reaccionar rápidamente y generar ventajas para el país (esto fue, por ejemplo, lo que sucedió en Uruguay con la utilización de energías renovables, o la tecnología de fibra óptica). Nuevamente, la lista no pretende ser exhaustiva, sino dar algunas referencias que enmarquen las posibles acciones para prepararse.

Una sociedad orientada a datos

Dada la cantidad de datos disponibles por las personas y las organizaciones, es muy probable que avancemos en la toma de decisiones cada vez más basadas en esta información. El mundo industrial (por citar un ejemplo) parece dirigirse hacia nuevos métodos de gestión muy basados en datos, y la figura del Chief Digital Officer (CDO) toma cada vez más importancia en las organizaciones. Esto también aplica a los gobiernos (con lo que se llama "gobiernos digitales"), las empresas, e incluso, y probablemente más importante en términos de impacto, a la sociedad misma (por ejemplo, a través la información generada a través de los dispositivos móviles).

Nuevamente, se vuelve fundamental entender a esos datos como infraestructura pública (en caso de datos generados por el estado), o asignarles un valor (en el caso de datos privados). Aquí hay un fuerte debate en curso, que no debe perderse de vista, sobre derechos y privacidad; pero también hay una enorme oportunidad en explotación de esos datos para poder generar nuevos mercados.

Capacidades de predicción muy aumentadas

Una de las consecuencias directas de las tecnologías de aprendizaje automático es la de un aumento en lo que entendemos como capacidades de predicción. Esto quiere decir que en cualquier contexto donde deba predecirse un comportamiento (por ejemplo, cuándo se terminará el stock de una mercadería, o cómo será el tiempo en los próximos días, o qué impacto tendrán ciertas medidas de política en caso de ser tomadas), y existen datos (disponibles o susceptibles de ser generados), la precisión en el acierto será mucho mayor.

Es muy importante destacar que este tipo de métodos tornan más explícita la incertidumbre que existe en toda decisión, y es algo que necesariamente deberá incorporarse en el análisis para no generar falsas expectativas (por dar un ejemplo, es posible que un método prediga incorrectamente que mañana va a llover, sin que sea incorrecto en sí mismo), análisis erróneos a partir de falsos positivos o negativos, o de errores metodológicos. Esto es parte de un proceso de educación digital absolutamente necesario, que debería comenzar en los primeros años de educación.

Economía basada en la reputación

Los sistemas basados en la reputación ya se encuentran funcionando, por ejemplo en las redes sociales, los intermediarios hoteleros, la economía "colaborativa" (Uber, TripAdvisor), los directorios de restaurantes y todo tipo de comercio. Es probable que la misma idea se propague rápidamente a los trabajadores independientes, desde plomeros a escribanos, pero no sería raro que también se utilice el recurso en el caso de trabajadores zafrales, obreros de la construcción, personal de limpieza, etc. Estos sistemas se han vuelto una herramienta muy útil para los clientes o usuarios de servicios pero tienen debilidades importantes desde el punto de vista de quienes los proveen y, en el posible futuro descrito, desde el punto de vista de los trabajadores involucrados.

Por lo general las recomendaciones son resumidas en métricas unidimensionales (estrellas o puntos) calculadas en base a ponderaciones desconocidas a partir de opiniones muchas veces dadas por usuarios anónimos o fácilmente falsificables. No son raras las compañías que ya ofrecen usuarios falsos de todo tipo de red y en grandes cantidades. Tampoco es descabellado pensar en que la reputación en sí misma se vuelva un negocio que, además, rápidamente se vuelva monopolístico u oligopólico.

Otras tecnologías o áreas emergentes

Existen otras tecnologías que potencialmente podrían cambiar la realidad, pero que aún son muy discutidas o discutibles: blockchain (bases de datos distribuidas, que permitirían tomar decisiones sin una autoridad central, a cambio de trabajo de cómputo), criptomonedas, computación cuántica, por citar algunos ejemplos. Por otra parte, es probable que haya una marcada tendencia a jerarquizar el diseño y la experiencia de usuario. En todo caso, seguir de cerca el estado del arte en estos temas es importante para reaccionar rápidamente.

¿Cómo se darán estos cambios?

Más allá de *cuáles* son las tecnologías a desarrollarse en los próximos diez años, es tal vez más importante entender *cómo* se producirá este cambio. El desarrollo en algunas áreas (como la biotecnología, o la inteligencia artificial) permiten suponer algunas características, que enumero a continuación:

- *Rápido*: la velocidad de los cambios será la característica principal. Dada la posibilidad de una comunicación prácticamente instantánea entre investigadores, los cambios se producirán a un ritmo que no tiene precedentes. Por ejemplo, en 1995, el número de artículos citados en MEDLINE (la Biblioteca Nacional de Medicina de USA) era de menos de 400.000 por año, mientras que en 2016 fue de casi 900.000.

- *Abierto*: un fenómeno que ya existe en algunas áreas de rápido crecimiento (como el Procesamiento de Lenguaje Natural, o el Aprendizaje Profundo) es que las investigaciones publicadas y el software utilizado están, cada vez más, disponible en un formato abierto (es decir, sin necesidad de pago o registro). Esto se debe principalmente a que las ventajas de la

colaboración superan a las de reserva de conocimiento. Esto no quiere decir que las empresas muestren todo su conocimiento, sino que reservan solamente aquello que les da ventajas competitivas (y los datos utilizados para generarlo). Por citar un ejemplo, todas las bibliotecas de desarrollo de de inteligencia artificial de Google están disponibles en código abierto para cualquiera, aunque no así los datos que permiten perfilar anuncios o el código para el buscador de Internet.

- *De ida y vuelta entre academia e industria*: el modelo donde la investigación académica precede completamente al desarrollo industrial parece (al menos en algunas áreas) estar quedando obsoleto. Hoy en día, las compañías más importantes han vuelto a la tendencia de laboratorio de investigación propia, o de fuerte colaboración con la academia. Esto significa un cambio extremadamente importante, que llevará seguramente a una redefinición en los próximos años de qué entendemos por investigación y qué entendemos por innovación.

Consecuencias de los cambios: amenazas y oportunidades.

Los párrafos anteriores han buscado generar una idea de cómo (en mi opinión, y con lo que sabemos hasta ahora) luce el futuro, desde el punto de vista de la tecnología. La gran pregunta es, por supuesto, cómo afectará a Uruguay y, probablemente mucho más importante para la elaboración de un programa de gobierno, cuáles son las oportunidades que abre para el desarrollo y qué medidas deberían preverse para que estas oportunidades se concreten. Si bien la amenaza a las fuentes de trabajo producida por las nuevas tecnologías se ha visto relativizada en algunos trabajos recientes [10], su impacto no puede negarse, especialmente respecto a las habilidades requeridas para los nuevos trabajos.

A continuación, se presenta una lista de sugerencias que, por supuesto, no pretende ser exhaustiva ni definitiva, sino aportar a una discusión programática:

- Para aprovechar los desarrollos presentados como una oportunidad para la sociedad, Uruguay necesita *reforzar la formación tecnológica de sus trabajadores*. Debemos aumentar la base de trabajadores capaces de diseñar, producir, operar y reparar maquinaria sofisticada (vehículos eléctricos, vehículos autónomos, herramientas "inteligentes"). Tener presente el componente de género desde el diseño de estas políticas es fundamental, no solo por aspectos de equidad, sino de mayor productividad.

- Existen otras capacidades "no automatizables" que deberían generarse: *creatividad, destreza, capacidad de abstraer, capacidad de transmitir, habilidades emocionales*. En este punto, como en el anterior, es fundamental ver los aspectos de capacitación y de educación de forma integral.

- Es necesario llegar a un *número crítico de profesionales y técnicos en áreas como la inteligencia artificial, el software aplicado a los espacios productivos, u otras áreas que se identifiquen como claves*. El conocimiento es el componente principal de todas las áreas y tecnologías presentadas, y la presencia de profesionales de primer nivel se vuelve un requisito

indispensable. El énfasis en la *educación terciaria y universitaria* en estos temas se vuelve clave si se pretende aprovechar las oportunidades.

- Se debe continuar con el *desarrollo de una infraestructura regional* que habilite estos procesos. Esta infraestructura debe incluir *aspectos logísticos, de telecomunicaciones y de capacidad de cómputo y almacenamiento local o regional*, que permita garantizar la seguridad y la soberanía, así como mejoras de rendimiento. He puesto infraestructuras que podrían a primera vista considerarse de diferentes "mundos" (como la logística y la de telecomunicaciones) para hacer énfasis en verlas como diferentes caras de una misma realidad hacia el desarrollo.

- Tan importante como la infraestructura física lo es la *infraestructura de datos y de conocimiento*. Los datos que generemos son un componente fundamental de prácticamente todas las áreas presentadas. Estos datos tomarán cada día más valor, y tener acceso soberano a ellos será fundamental, no solamente desde una visión productiva o tecnológica, sino desde cualquier dimensión que se lo considere (social, económica, democrática).

- En lo que tiene que ver con desarrollos energéticos el hecho de que Uruguay haya recorrido tempranamente la curva de aprendizaje en relación al desarrollo de proyectos e instalación de centrales (así como ahora el relacionado a la O&M de instalaciones dedicadas a energías renovables) ha generado una oportunidad -que viene siendo aprovechada- en relación a la proyección regional de esas capacidades. Hay una oportunidad en *internacionalizar los proveedores locales* (desarrollados a partir de los marcos promocionales de energías renovables en Uruguay).

- Por las características de los cambios, dos elementos parecen clave: *la capacidad de "aprender a aprender"*, y la existencia de *un sistema robusto de investigación e innovación (tanto a nivel público como privado)*. Para el primero, el rol de la educación será clave: la capacidad de adquirir conocimientos nuevos a partir de ciencias fundamentales (física, química, matemática, biología, ciencia de la computación) será indispensable en un mundo donde los cambios suceden rápido. Para el segundo, deberán reforzarse fuertemente el apoyo a la investigación de primer nivel en áreas consideradas clave para el cambio, así como su articulación con la industria. *Aquí es clave el rol de la Universidad de la República, no solamente en su rol de docencia, investigación y extensión, sino como parte activa del diseño del cambio.*

- Las empresas públicas han tenido una responsabilidad indiscutible en Uruguay en dos avances exitosos de las administraciones del Frente Amplio: el despliegue de telecomunicaciones y de fuentes de energías renovables. Siguiendo ese modelo, *el rol de las EEPP como generadores de nuevos mercados [11] , tomando riesgos como ejecutores de una política central de gobierno*, para que luego otros puedan seguirlos o usufructuar la infraestructura desarrollada, parece imprescindible.

- Emprendedurismo: en general, *necesitamos una visión y posición de izquierda de este tema*, no es posible ni adecuado seguirlo soslayando. Para los temas de futuro, la propuesta pasa por ir desde el conocimiento generado por la academia, la educación o la capacitación, hacia la generación de empresas que desarrollen estos conocimientos y los transformen en innovación.

- Es probable que sea necesario prever un *marco regulatorio* respecto al uso de datos, especialmente desde el punto de vista de la reputación, y de las garantías, que defina la auditabilidad de los datos y los procedimientos utilizados, así como los límites en la publicación y la utilización de la reputación de un trabajador. Habrá que *regular procedimientos de "habeas data" o derecho al olvido para proteger a los trabajadores* de procedimientos injustos o para ofrecer la posibilidad de recuperación. También puede ser necesario detectar y controlar *sesgos discriminatorios de todo tipo* (raciales, de género, clase, etarios, etc.).

Para finalizar, quiero volver a resaltar que este documento es un punto de partida para una discusión. Entiendo, sí, que plantea los temas en los que hay que planificar y actuar. Me parece fundamental en este enfoque pensar en qué país queremos tener en un horizonte de mediano plazo, para luego definir las políticas para llegar a ese objetivo. Estas políticas deberán tener una visión amplia, y con una fuerte impronta ideológica. En este tema, el peor error que podemos cometer como izquierda es suponer que la tecnología es neutra: la tecnología es una herramienta para los objetivos más importantes de bienestar, desarrollo y felicidad de nuestro pueblo. Eso no ha cambiado, y el rol de la izquierda, tampoco.

Referencias

- [1] Nicholas Negroponte. 1995. *Being Digital* (1st ed.). Marty Asher (Ed.). Random House Inc., New York, NY, USA.
- [2] Tomás Laurenzo. *Inteligencia Artificial y Grandes Datos: algunos apuntes*. La Diaria, 28/03/2018.
- [3] David Silver et al. Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm. arXiv. 05/12/2017
- [4] Peter Stone et al. "Artificial Intelligence and Life in 2030." *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel*, Stanford University, Stanford, CA, September 2016.
- [5] Moncecchi, G. "Towards a public digital infrastructure: why do governments have a responsibility to go open?" OKFN, 2012.
- [6] International Energy Agency (OCDE), "Energy Access Outlook", 2017.
- [7] IRENA, "Renewable Energy and Jobs- Annual Review", 2017
- [8] OECD/IEA, "Global EV Outlook 2017", 2017
- [9] CEPAL, "Biotecnología y Desarrollo", 2009
- [10] Nedelkoska, L. et G. Quintini, « Automation, skills use and training », *Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations*, no. 202, Éditions OCDE, Paris, 2018
- [11] Mazzucato, M. "The Entrepreneurial State: debunking public vs. private sector myths", 2013